



과학적 추론 : 정량적 접근 2

베이지주의 입증 이론

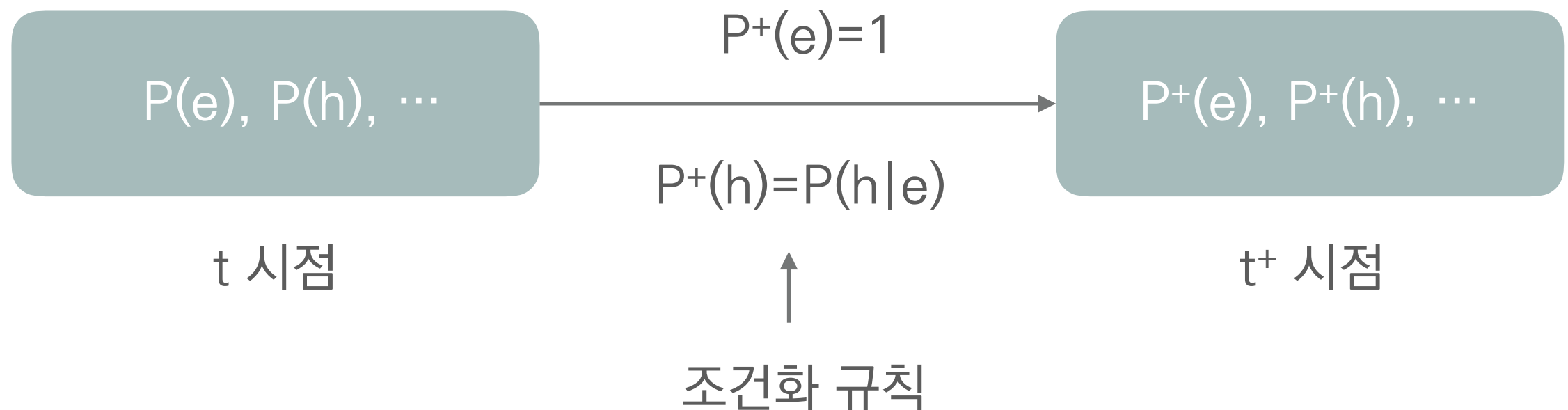


두 가지 확률 개념 : 빈도주의 VS. 베이지주의

- 빈도주의 확률 = 사건이 나타나는 상대빈도의 극한값
- 베이지주의 확률 = 명제에 대한 (개인의) 믿음의 정도
- 다음 문장의 의미는?
 - 내일 날씨가 맑을 확률이 20%이다.
 - 이 동전이 던져 앞면이 나올 확률은 50%이다.
 - 점진 결과 암이 나올 확률이 90%이다.
 - 이 구슬 항아리의 붉은 구슬의 비율이 60%일 확률이 20%이다.
 - 우주가 유한하다는 가설이 참일 확률이 80%이다.
- 주의할 점 : 준거 집합, 반복 시행, 단일 사건의 확률 ...

베이즈주의 확률 이론

- 확률 = 명제에 대한 (개인의) 믿음의 정도[신념도]
- 두 가지 일관성
 - 공시적 일관성 : 행위자의 믿음 체계는 확률의 공리와 정리 만족
예 : $P(A) \geq P(A \& B)$, $P(A) \leq P(A \& B)$
 - 통시적 일관성 : 정보가 추가될 때마다 행위자의 믿음 체계 갱신



베이즈 정리

$$P(h|e) = \frac{P(h \& e)}{P(e)} = \frac{P(e|h)}{P(e)} P(h)$$

사후확률

가능도

사전확률

기대값

베이즈주의에서 입증이란?

- ▶ $P(h|e) > P(h)$: e 는 h 를 입증한다.
- ▶ $P(h|e) < P(h)$: e 는 h 를 반입증한다.
- ▶ $P(h|e) = P(h)$: e 는 h 와 증거적으로 무관하다.

베이즈주의 입증 이론의 장점

- ▶ 가설의 믿음에 대한 증거의 역할을 직접적으로 평가할 수 있음
- ▶ 가설연역주의적 증거가 가설의 믿음을 높이는 이유 해명 가능
- ▶ 까마귀의 역설 해결 : 하얀 분필에 의한 신념도 향상은 극히 미미
- ▶ 참신한 예측과 다양한 증거에 대한 방법론적 선호 설명?

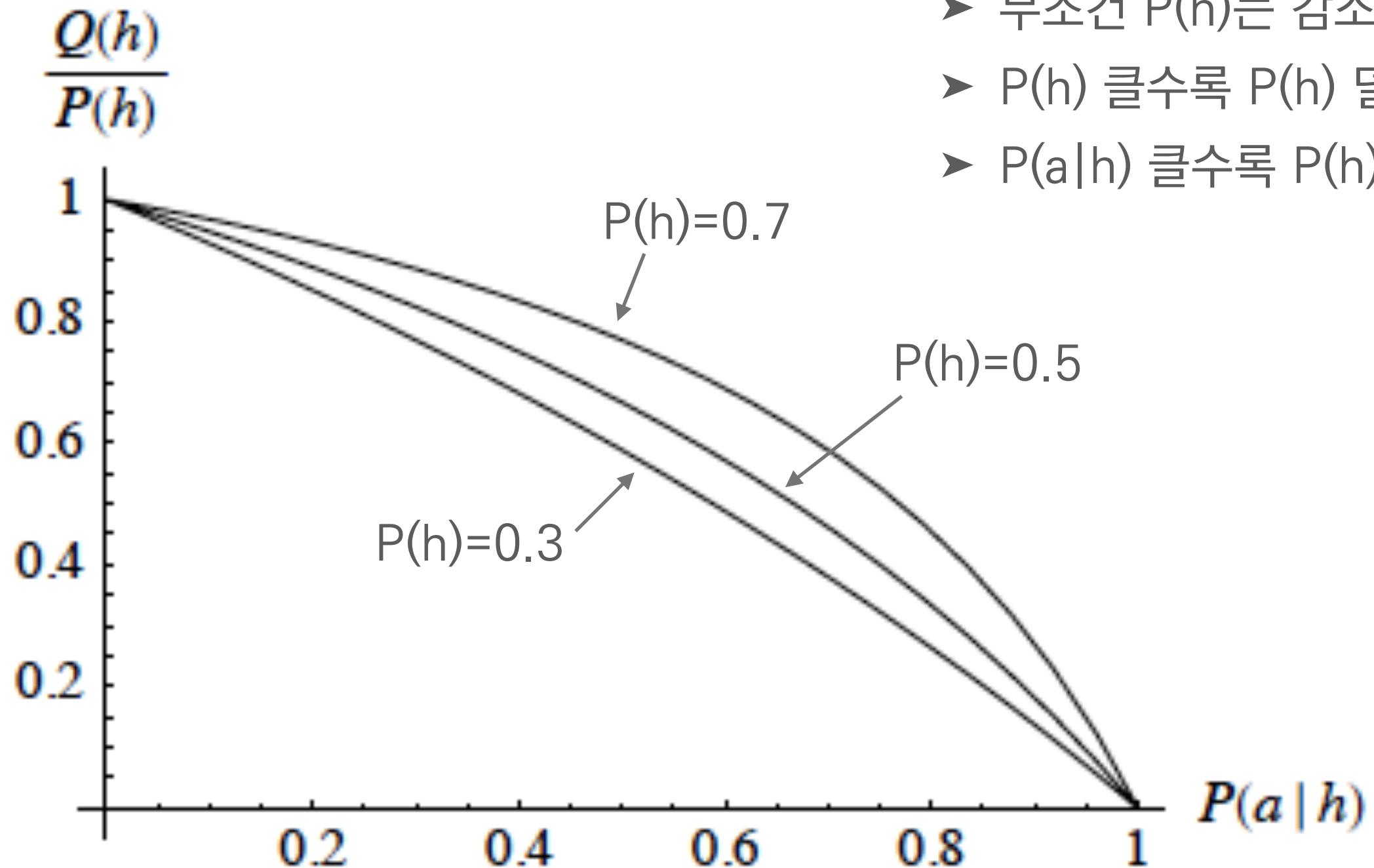
$$P(h|e) = \frac{P(e|h)}{P(e)} P(h)$$

$P(e)$ 가 작을수록 입증도 향상

뒤엠-콰인 논제에 대한 베이지주의적 해명

- ▶ 뒤엠-콰인 논제 : 가설 h 의 예측을 도출하기 위해서는 대개 보조가설이 함께 사용되기 때문에, 그 예측이 실패하더라도 가설과 보조가설 중에 어느 쪽에 예측 실패의 책임이 있는지 알 수 없다.
- ▶ 문제의 확률적 재구성 : $P(e|ha)=0$ 일 때, e 가 나타났다면 $P(h)$ 는 어떻게 갱신되어야 하는가?
 - ▶ 사전 확률 $P(h)$, $P(a|h)$, $P(e)$ 에 따라 갱신 방식 달라짐
 - ▶ Strevens (2001)의 해법 : $Q(h)=P(h|\sim(ha))$ 계산해보기
 e 의 발견이 제공하는 복잡한 의미 제거한 채, 오로지 ha 의 반증 효과만 계산하기!

h_a의 반증이 h에 미치는 영향

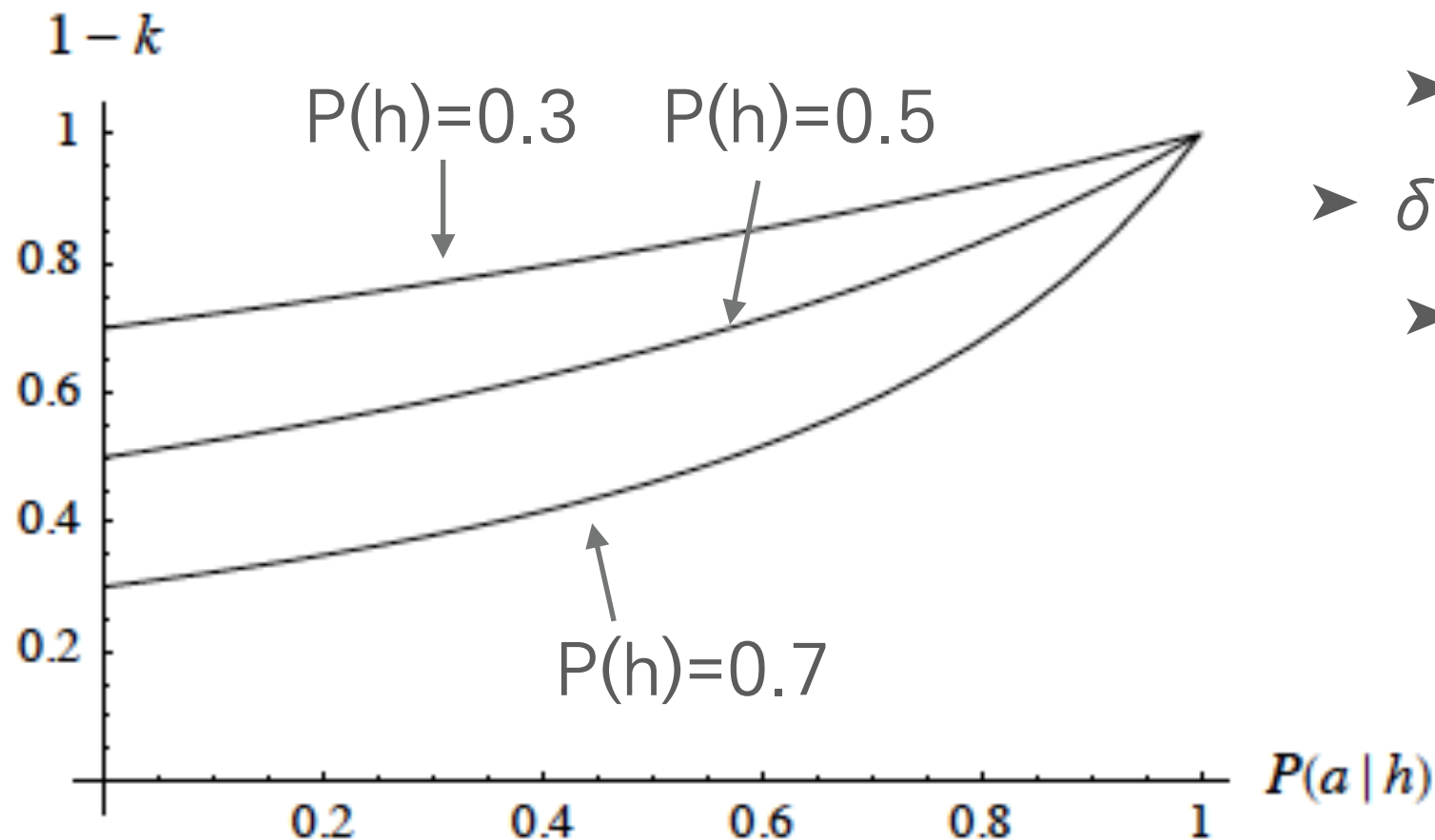


- 무조건 $P(h)$ 는 감소
- $P(h)$ 클수록 $P(h)$ 덜 감소
- $P(a|h)$ 클수록 $P(h)$ 더 감소

$P^+(h|a) - P(h|a) = \delta$ 일 때, 이러한 변화가 $P(h)$ 에 미치는 영향은?

.....

$$P^+(h) - P(h) = (1 - k) \delta$$



- $\delta > 0$ 일 경우,
 - $P(h)$ 작을수록 $P(h)$ 의 증가폭 큼
 - $P(a|h)$ 클수록 $P(h)$ 의 증가폭 큼
- $\delta < 0$ 일 경우,
 - $P(a|h)$ 클수록 $P(h)$ 의 감소폭 큼

통합적 이론 선호에 대한 베이지주의적 해명(Myrvold 2003)

$$\frac{P(h|e_1 \& e_2)}{P(h)} = \frac{P(e_1 \& e_2|h)}{P(e_1 \& e_2)} = \underbrace{\frac{P(e_1|h)}{P(e_1)}}_{(1)} \underbrace{\frac{P(e_2|h)}{P(e_2)}}_{(2)} \left[\underbrace{\frac{P(e_1)P(e_2)}{P(e_1 \& e_2)} \frac{P(e_1 \& e_2|h)}{P(e_1|h)P(e_2|h)}}_{(3)} \right]$$

- (1)과 (2)가 같다면 (3)이 큰 가설일수록 $e_1 \& e_2$ 에 의한 확률 증가율 큼
(3)이 큰 가설이란 e_1 과 e_2 에 대한 통합적 설명력이 큰 가설!

베이즈주의 입증 이론의 난점

- ▶ 우리의 믿음이 확률 공리와 조건화 규칙을 만족해야 하는 이유는?
- ▶ 사람들이 확률 공리를 지키지 않는다는 심리학적 연구들
- ▶ 사전확률의 문제와 주관성 : 사전확률의 부여는 개인의 주관적 판단?
- ▶ 기타가설의 문제 : $P(e)$ 를 알려면 $P(\sim h)$ 를 알아야
 - ▶ $P(e) = P(e|h)P(h) + P(e|\sim h)P(\sim h)$
 - ▶ $P(e|\sim h)P(\sim h) = P(e|h_1)P(h_1) + P(e|h_2)P(h_2) + \dots$
 - ▶ 베이즈주의는 대안 가설에 대해 전지한 행위자 요구?
- ▶ 오래된 증거의 문제 : $P(e) = P(e|h) = 1$ 이므로, $P(h) = P(h|e)$
- ▶ 새로운 이론의 문제 : 대안 가설을 모두 알고 있는 행위자를 가정하지 않을 경우, 새로운 이론이 등장할 때마다 확률 재분배해야. 무슨 원칙으로?

린다는 현재 무엇을 하고 있을까?

린다는 서른한 살의 미혼 여성이다. 직설적인 화법을 구사하고 매우 똑똑하다. 철학을 전공했다. 학생 때는 차별과 사회 정의 문제에 매우 관심이 많았고 반핵 데모에도 참가했다. 린다는 다음 중 무엇일 확률이 더 높을까?

- a. 린다는 소설가이다. ()
- b. 린다는 은행원이다. ()
- g. 린다는 학원 강사이자 진보정당의 당원이다. ()
- h. 린다는 은행원이자 여성운동가이다. ()